

## PENGEMBANGAN *CELL THRU AUGMENTED REALITY* PADA MATAKULIAH BIOLOGI SEL

Deny Setiawan\*, Umi Fitriyati, Rifka Fachrunnisa, Sunarmi, Jasmine Nurul Izza, Zahra Firdaus

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5, Sumbersari, Kota Malang, Jawa Timur

\* corresponding author | email : [setiawan.fmipa@um.ac.id](mailto:setiawan.fmipa@um.ac.id)

Dikirim 20 Desember 2021

Diterima 1 Agustus 2022

Diterbitkan 31 Agustus 2022

### ABSTRAK

doi <http://dx.doi.org/10.17977/um052v13i2p121-130>

Penelitian dan Pengembangan dilakukan untuk menghasilkan produk berupa Media Cell Thru Augmented Reality yang multirepresentatif pada matakuliah Biologi Sel yang valid dan praktis. Model ADDIE digunakan dalam pengembangan produk yang disusun. Tahap Analisis, Desain, Pengembangan dan Evaluasi dilakukan dengan lengkap, namun tahap Penerapan belum dilaksanakan. Data kuantitatif yaitu data hasil uji validitas dan kepraktisan dianalisis secara deskriptif. Data kualitatif yaitu data saran dari validator, praktikan, dan responden dianalisis secara kualitatif, dan dievaluasi sebagai dasar revisi produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk telah valid, dengan rata-rata dari validator ahli materi, ahli perangkat dan ahli media berturut-turut adalah 100%, 96.75%, 97.33%, serta produk telah diperbaiki sesuai saran. Produk juga dinyatakan telah praktis dengan rata-rata 96.82%. Hasil produk yang dikembangkan dapat dilanjutkan pada tahap berikutnya.

**Kata Kunci :** *Augmented Reality, Multirepresentatif, Biologi Sel*

Research and Development was carried out to produce a product in the form of Cell Thru Augmented Reality Media which is multi-representative in Cell Biology courses that are valid and practical. The ADDIE model was used in the development of the products that were prepared. Analysis, Design, Development and Evaluation stages are carried out completely, but the Implementation stage has not been carried out. Quantitative data, that is, data from validity and practicality tests, were analyzed descriptively. The suggestions from validators, practitioners, and respondents, was analyzed qualitatively, and evaluated as a basis for product revision based on qualitative data. The results showed that the product was valid, with an average of 100%, 96.75%, 97.33% from material expert validators, device experts and media experts respectively, and the product had been improved according to suggestions. The product was also declared practical with an average of 96.82%. The results of the developed product can be continued at the next stage.

**Keywords :** *Augmented Reality, Multirepresentative, Cell Biology*

Proses digitalisasi di Indonesia berdampak bagi seluruh lapisan masyarakat di Indonesia. Hal ini tentu membawa dampak positif kepada masyarakat yang semakin modern. Berdasarkan survei yang dilakukan Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pengguna internet berdasarkan dari usia, pada rentang usia 19-34 tahun menjadi pengguna utama dengan persentase 49,52%, usia 35-44 tahun sebesar 29,55%, 13-18 tahun sebesar 16,68%, dan lebih dari usia 54 tahun sebesar 4,24%.



<http://journal2.um.ac.id/index.php/jpb>



[jpb.journal@um.ac.id](mailto:jpb.journal@um.ac.id)

Pengguna internet adalah usia-usia pelajar yang sedang produktif. Namun di sisi lain, digitalisasi memiliki dampak buruk yaitu tidak terkontrolnya penggunaan internet. Seperti layanan yang paling banyak diakses pengguna adalah aplikasi *chatting* dan sosial media yaitu 89,35%, sedangkan pemanfaatan internet untuk literasi atau belajar cenderung masih rendah. Diperlukan pembaharuan sistem belajar agar penggunaannya dapat sejajar dengan pengguna internet untuk hiburan melalui media pembelajaran.

Media pembelajaran adalah suatu alat untuk meningkatkan keinginan belajar peserta didik sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan lebih mudah (Surata et al., 2020). Secara terperinci manfaat dari media pembelajaran dapat digunakan untuk meningkatkan perhatian peserta didik sehingga termotivasi dalam belajar, memperjelas penyajian informasi sehingga dapat mengefisienkan proses dan hasil belajar (Fidan & Tuncel, 2018), memberikan pengalaman kesamaan kepada peserta didik dengan peristiwa yang ada di lingkungan sebenarnya (Hasbiyati, 2020). Peningkatan keberagaman media pembelajaran di Indonesia terbilang pesat, seiring dengan meningkatnya bidang IPTEK (Tondang & Arwita, 2020). Media pembelajaran masa kini banyak menggunakan *smartphone* maupun laptop/PC. Meskipun demikian, pada kenyataannya penggunaannya masih belum merata pada semua bidang ilmu (Mayilyan, 2019; Mayilyan et al., 2018; Sural, 2017), termasuk pada bidang ilmu dengan objek submikroskopik seperti bidang biologi sel.

Fakta di lapangan dalam penyampaian materi melalui media pembelajaran konvensional seperti gambar yang terdapat di buku, papan tulis, maupun power point. Beberapa mata kuliah seperti Biologi Sel membutuhkan media representatif yang lebih spesifik karena materi di dalamnya bersifat submikroskopik (Hsu et al., 2012; Surahman & Surjono, 2017). Hal ini terjadi pada matakuliah Biologi Sel berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan. Dosen dan Mahasiswa menyetujui bahwa konsep pada matakuliah tersebut bersifat abstrak sehingga cukup sulit untuk dibayangkan oleh peserta didik. Disamping itu, masalah penggunaan media pembelajaran konvensional seperti buku bacaan berbasis teks dan gambar kurang menambah semangat mahasiswa dalam belajar karena masih bersifat statis dan 2D. Hal ini menjadi sebuah peluang untuk media pembelajaran yang menyediakan video interaktif serta mengandung hiburan lebih meningkatkan minat belajar siswa (Safitri & Hartati, 2016).

Biologi Sel adalah salah satu cabang dalam ilmu Biologi yang mempelajari tentang sel. Materi ini merupakan materi perkuliahan dasar yang dipelajari pada semester awal untuk mempermudah pemahaman materi perkuliahan lanjut seperti Biologi Molekuler atau Genetika. Materi Biologi Sel dipelajari dalam beberapa jurusan perkuliahan seperti Biologi, Farmasi, atau jurusan kesehatan lainnya. Sejauh ini pembelajaran pada matakuliah Biologi Sel banyak menggunakan gambar, teks, serta peraga sederhana untuk merepresentasikan materi submikroskopik dari Biologi Sel (Adrianto, 2020). Representatif objek submikroskopik dan fungsional dari masing-masing organel sel sangat diperlukan guna memahami fungsi dan kerjanya.

Sebagai solusi terbaik untuk masalah tersebut, media pembelajaran terbaru diperlukan dan diarahkan untuk mengatasi masalah serta meningkatkan performa pendidikan di matakuliah Biologi Sel. Kemudahan dalam merepresentasikan objek mikroskopik dapat diperoleh dengan penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) yang dapat menampilkan 3D *modeling* serta video interaktif. Media pembelajaran dikemas dalam bentuk website yang berisi modul berbentuk *E-Flip Book* agar dapat belajar kapanpun dan dimanapun (Motejlek & Alpay, 2019).

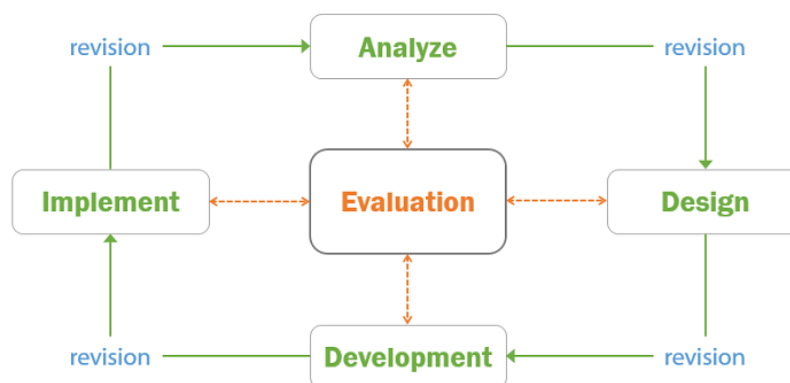
Pada bidang pendidikan khususnya di Indonesia teknologi AR masih sedikit dikembangkan sehingga peluang pengembangannya masih terbuka lebar. AR yang pertama kali dikenalkan oleh Thomas P. Caudell didefinisikan sebagai teknologi yang mampu menggabungkan benda maya dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan yang nyata kemudian memproyeksikannya secara real time. Teknologi AR dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran multirepresentatif karena mampu menampilkan tingkat makroskopis, bagian mikroskopis dari sel melalui objek 3D sebagai representatif dari melalui kamera sebagai scanner, dan sub mikroskopis melalui video mekanisme yang terjadi dalam setiap organel sel (Aprilinda et al., 2020; Hoog et al., 2020). Pembuatan AR menggunakan *game engine* unity dan tools Vuforia SDK dilengkapi desain objek pada suatu marker. Marker adalah ilustrasi yang dibuat pada aplikasi berbasis vector dengan batas hitam tebal dan latar

belakang putih yang mana program akan mengenali posisi dan orientasi marker berupa titik (0,0,0) dan 3 sumbu yaitu X, Y, dan Z. Melalui marker inilah, ketika kamera scanner diarahkan di atasnya objek yang diinginkan akan divisualkan menjadi 3D animasi. Melalui AR, guru dapat membuat media pembelajaran yang menyenangkan, interaktif, mudah digunakan (Mustaqim, 2017; Rizov & Rizova, 2015) sehingga deskripsi mereka terhadap konten menjadi lebih baik (Kamiana et al., 2019).

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan produk berupa Media *Cell Thru Augmented Reality* pada matakuliah Biologi Sel yang valid dan praktis. Penelitian ini memiliki urgensi yaitu mengurangi miskonsepsi peserta didik pada materi Biologi Sel melalui pembelajaran multirepresentatif.

## METODE

Penelitian ini merupakan Penelitian Pengembangan. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Model ADDIE. Model ADDIE adalah model dapat digunakan untuk pengembangan produk seperti model, strategi pembelajaran, metode pembelajaran, media maupun bahan ajar (Sari & Hapizah, 2020). Model ADDIE (Branch, 2009) ini terdiri dari 5 tahapan, yaitu *Analyze* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Pembahasan mengenai setiap tahapan pada model ADDIE pada Gambar 1.



Gambar 1. Model ADDIE (Branch, 2009)

### Tahap Analyze (Analisis)

Pada tahap ini dilakukan untuk menentukan kebutuhan belajar dan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada peserta didik. Fase Analisis dapat disebut tahap untuk menetapkan tujuan. Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap miskonsepsi mahasiswa dalam matakuliah Biologi Sel. Selain itu dilakukan analisis kesulitan belajar matakuliah berdasarkan hasil wawancara dengan Dosen dan Mahasiswa.

### Tahap Design (Perancangan)

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, selanjutnya tahap perancangan bahan ajar. Tahap ini menentukan semua tujuan, alat yang akan digunakan untuk mengukur kinerja, berbagai tes, analisis materi pelajaran, perencanaan, dan sumber daya. Pada tahap desain fokus pada tujuan pembelajaran, isi, analisis materi pelajaran, latihan, perangkat ajar, instrumen penilaian yang digunakan dan pemilihan media. Pada tahap ini, dimulai dengan membuat rancangan awal berupa storyboard untuk memudahkan dalam membuat media pembelajarannya. Perancangan dilakukan secara sketsa manual. Hasil dari tahap ini berupa kerangka media pembelajaran yang akan dikembangkan serta desain sketsa manual untuk mempermudah desain *User Interface*. Pada tahap ini juga dilakukan perancangan lembar validasi media pembelajaran dan merancang angket respon dosen dan mahasiswa yang berupa lembar praktikalitas.

### Tahap Development (Pengembangan)

Tahap Pengembangan memulai produksi dan pengujian metodologi yang digunakan dalam

proyek. Pada tahap ini, desainer memanfaatkan data yang dikumpulkan dari dua tahap sebelumnya, dan menggunakan informasi ini untuk membuat program yang akan menyampaikan apa yang perlu diajarkan kepada peserta. Jika dua tahap sebelumnya memerlukan perencanaan dan *brainstorming*, tahap Pengembangan adalah tentang mewujudkannya. Fase ini mencakup tiga kegiatan, yaitu drafting, produksi dan evaluasi. Pada tahap ini media pembelajaran mulai dikembangkan berdasarkan hasil analisis dan perancangan. Adapun langkah-langkah pembuatan media pembelajaran berbasis HTML dan *Augmented Reality* ini dimulai dengan membuat media pembelajaran modul menggunakan software Adobe Illustrator untuk memudahkan dalam penyuntingan gambar dalam media pembelajaran tersebut. Materi yang terdapat pada media pembelajaran yang dibuat memuat indikator yang harus dicapai peserta didik berdasar pada RPS Biologi Sel Jurusan Biologi FMIPA UM. Selanjutnya dilakukan produksi obyek 3D untuk AR melalui aplikasi blender. *Web* disesain menggunakan *flipHTML5.com*. Langkah selanjutnya yaitu setelah selesai dalam mendesain *User Interface*, *E-Flip Book*, dan menciptakan obyek 3D sebagai obyek yang muncul. Software Unity 3D digunakan untuk *link and match* dengan modul *E-Flip Book* sebagai marker dari obyek 3D. Setelah komponen diolah menjadi obyek, maka obyek tersebut diberi perintah melalui software Unity 3D. Tahap akhir dilakukan dengan menerbitkan atau *export* dengan ekstensi file yang diinginkan. Pada aplikasi ini, digunakan format *.apk* agar bisa dimainkan didalam ponsel.

Uji Validitas dilakukan dengan melakukan validasi kepada ahli materi, ahli perangkat dan 2 ahli media. Hal ini merupakan langkah untuk menilai apakah rancangan media pembelajaran yang telah dibuat sudah cukup layak digunakan sebelum dilakukan tahap selanjutnya yaitu uji coba media pembelajaran kepada kelompok percobaan. Kriteria validasi dapat diketahui pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kriteria Validasi dan Kepraktisan (Setiawan et al., 2014)**

Taraf Persentase	Kriteria Validitas	Kriteria Praktis	Keterangan
90 – 100	Valid	Praktis	Revisi sesuai saran
62 – <90	Tidak Valid	Tidak Praktis	Revisi
41 – <62	Tidak Valid	Tidak Praktis	Revisi
<41	Tidak Valid	Tidak Praktis	Revisi seluruhnya

Revisi media pembelajaran dilakukan setelah validasi telah selesai. Media pembelajaran dapat dinyatakan valid jika hasil penilaian validasi telah mencapai kategori valid sesuai dengan kriteria validasi yang telah ditetapkan. Saat media pembelajaran sudah dinyatakan valid oleh validator, selanjutnya dilakukan uji kepraktisan kepada Dosen serta uji coba terbatas yang dilakukan secara sederhana dengan uji coba kepada 34 mahasiswa Biologi FMIPA UM angkatan 2019 yang telah mendapatkan mata kuliah Biologi Sel. Tujuan dilakukannya uji praktikalitas ini untuk mengetahui tingkat keterpakaian atau kemudahan media dalam merepresentasikan objek submikroskopik dan materi abstrak. Uji coba dilakukan dalam 2 tahap, yaitu uji coba perorangan dan uji coba skala kecil. Hasil uji kepraktisan dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif.

### Tahap Implementation (Implementasi)

Tahap implementasi mencerminkan modifikasi terus menerus dari program untuk memastikan efisiensi maksimum dan hasil positif diperoleh. Namun pada penelitian ini belum dilakukan implementasi.

### Tahapan Evaluation (Evaluasi)

Tahap terakhir dari metode ADDIE adalah Evaluasi. Pada tahap ini dilakukan pengujian akhir yang cermat mengenai apa, bagaimana, mengapa, kapan hal-hal yang dicapai (atau tidak tercapai) dari keseluruhan proyek. Tujuan utama dari tahap evaluasi adalah untuk menentukan apakah tujuan telah tercapai, dan untuk menetapkan apa yang diperlukan untuk bergerak maju guna meningkatkan efisiensi dan tingkat keberhasilan proyek. Tahap evaluasi dilakukan dengan memperbaiki (revisi) produk setelah menerima saran, komentar, dan masukan dari hasil uji validitas dan praktikalitas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

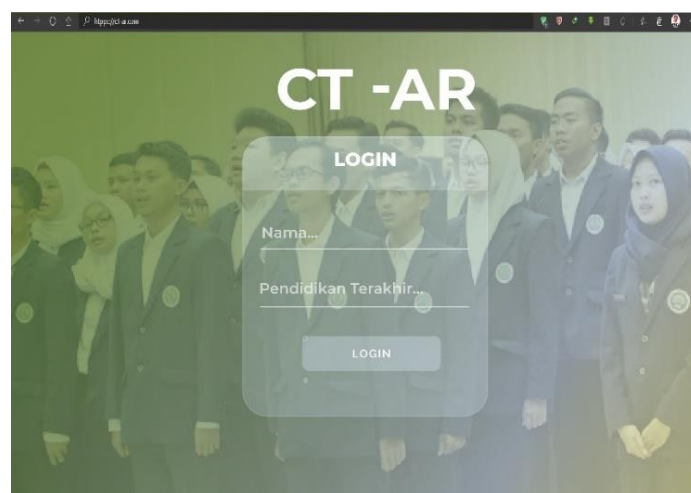
### Hasil Tahap Analisis

Pada tahap ini ditemukan menemukan masalah miskonsepsi siswa dalam menerima pembelajaran Biologi Sel. Analisis masalah ini dilakukan menggunakan google form kepada mahasiswa Jurusan Biologi yang telah menempuh matakuliah Biologi Sel sebanyak 68 responden. Identifikasi miskonsepsi dalam pembelajaran penting dilakukan karena evaluasi akan diketahui hasil yang dicapai dalam proses belajar (Awal et al., 2018). Disamping itu, analisis ini digunakan sebagai upaya untuk peningkatan kualitas program pembelajaran, karena peningkatan kualitas program pembelajaran memerlukan informasi hasil Evaluasi terhadap kualitas program pembelajaran sebelumnya. Hasil lain yang didapatkan adalah pembelajaran biologi sel merupakan salah satu mata kuliah yang cukup sulit dipahami apabila tidak terdapat visualisasi. Ada beberapa factor yang yang mempengaruhi terjadinya miskonsepsi dan kesulitan belajar, antara lain pengetahuan siswa, guru, buku teks, media pembelajaran, cara mengajar dan konteks (Afifah & Asri, 2020). Dengan demikian, dibutuhkan keterbaruan seperti media pembelajaran.

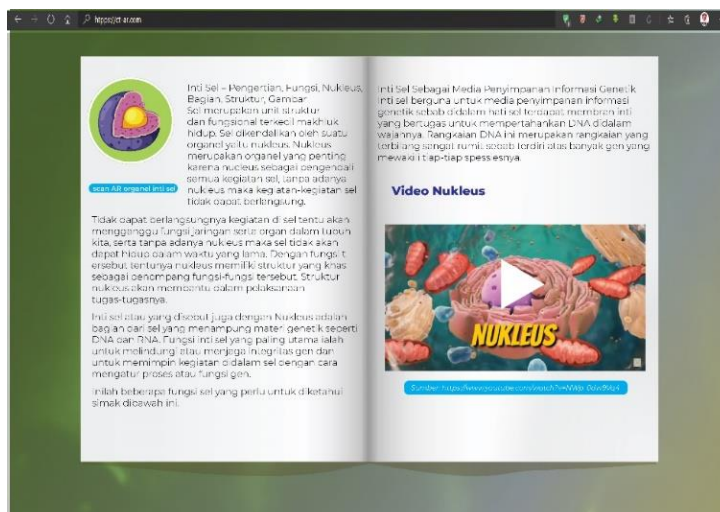
### Hasil Tahap Design

Pada tahap ini, dihasilkan desain dasar dari CTAR. CTAR merupakan buku Ajar FlipBook berbasis *Augmented Reality*. Media berisi konsep tentang Biologi Sel secara dasar untuk membantu mencapai CPMK ke 1 sampai 4. Tujuan atau CPMK yang dirumuskan dalam MK ini antara lain: 1) Untuk memahami ultra struktur sel; 2) Untuk memahami aktivitas fisiologis sel; 3) Memahami struktur sel tanpa organ dalam kaitannya dengan fungsinya dan bagian-bagian lain dari sel, dan 4) Memahami komunikasi sel-sel dalam kaitannya dengan regulasi seluler. Mahasiswa dapat mempelajari konsep secara mandiri sebelum dimulai pembelajaran. AR dimunculkan pada Gambar-Gambar mikroskopik seperti Sel Hewan dan Sel Tumbuhan. Prinsip kerja Augmented Reality adalah pelacakan (*tracking*) dan rekonstruksi (*reconstruction*) (Mustaqim, 2017).

Pada mulanya marker dideteksi menggunakan kamera. Cara deteksi dapat melibatkan berbagai macam algoritma misal *edge detection*, atau algoritma *image processing* lainnya. Disamping menambahkan obyek kedalam lingkungan nyata, AR juga dapat menghilangkan obyek nyata dalam bentuk virtual. Dengan menutupi obyek nyata tersebut dengan disain grafis sesuai lingkungannya, maka obyek nyata akan tersembunyi dari pengguna. CTAR disusun tanpa berbasis Geolocation sehingga memudahkan dalam proses *image processing*. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kesulitan siswa dalam menggunakan aplikasi berbasis AR jika berkaitan dengan lokasi (Akçayır & Akçayır, 2017; Garzón et al., 2020). Selain itu ada fasilitas Q&A secara terintegrasi untuk memudahkan Komunikasi antar peserta didik ataupun dosen. Adapun tampilan dari CTAR ada pada Gambar 2 dan Tampilan buku elektronik pada Gambar 3.



Gambar 2. Tampilan CT-AR



Gambar 3. Tampilan Elektronik Flip Book

### Hasil Tahap Develop

Pada tahap ini dihasilkan data tingkat validitas dan praktikalitas media. Data Validitas oleh validator disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji Validitas Media CTAR

Validator	Aspek	Hasil Penilaian (%)	Keterangan
Ahli Materi	Kelayakan Isi	100	Valid
	Penyajian Materi	100	Valid
	Kejelasan Konsep	100	Valid
	Kebahasaan	100	Valid
	Rata-Rata	100	
Ahli Perangkat	Identitas RPS	100	Valid
	Standar Capaian	100	Valid
	Capaian Pembelajaran	100	Valid
	Matapelatihan		
	Bahan Kajian	96	Valid
	Kegiatan Pembelajaran	96	Valid, revisi sesuai saran
	Penilaian	90	Valid, revisi sesuai saran
	Alokasi Waktu	100	Valid
Sumber belajar	92	Valid, revisi sesuai saran	
	Rata-Rata	96.75	
Ahli Media 1	Kesesuaian Media	100	Valid
	Kemampuan Media	100	Valid
	Keserasian Tata Letak	100	Valid
	Efisiensi dan Kemudahan Media	92	Valid
	Keamanan Media	96	Valid
Ahli Media 2	Kualitas Media	100	Valid
	Kesesuaian Media	100	Valid
	Kemampuan Media	96	Valid
	Keserasian Tata Letak	96	Valid, revisi sesuai saran
	Efisiensi dan Kemudahan Media	90	Valid
Ahli Media 2	Keamanan Media	100	Valid
	Kualitas Media	98	Valid, revisi sesuai saran
	Rata-Rata	97.33	

Berdasarkan hasil Validasi diketahui bahwa hasil validasi sudah baik. Meskipun demikian, ada beberapa hal yang perlu diperbaiki yaitu pada bagian kesalahan ketik dan kontrasnya warna pada salah satu bagian media. Saran lain adalah konsistensi tata letak, karena masih muncul *bug* pada UI yang digunakan. Hal yang perlu diperbaiki adalah pada bagian penggunaan Forum dalam sesi diskusi yang kurang fleksibel. Namun, ketercapaian dan tingkat konsistensi terhadap CPMK serta evaluasinya sudah baik.

Berkaitan dengan uji praktikalitas, diperoleh hasil dari beberapa aspek kepraktisan. Selain itu hasil uji perorangan dan kelompok kecil. Data disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil uji Kepraktisan Media CTAR**

Praktisi	Aspek	Hasil Penilaian (%)	Keterangan
Dosen Pengampu	Kesesuaian Uraian Materi dengan Kompetensi	100	Praktis
	Kelayakan Bahasa	100	Praktis
	Teknik Penyajian	100	Praktis
	Pendukung Penyajian	100	Praktis
	Rata-Rata	100	
Rata-Rata Uji Perorangan	Kelayakan Bahasa	96	Praktis
	Teknik Penyajian	96	Praktis
	Pendukung Penyajian	98	Praktis
	Rata-Rata	96.6	
Rata-Rata Uji Kelompok Kecil	Kelayakan Bahasa	90	Praktis
	Teknik Penyajian	94	Praktis
	Pendukung Penyajian	96	Praktis
	Rata-Rata	94	
Rata-Rata Uji Kelompok Besar	Kelayakan Bahasa	96	Praktis
	Teknik Penyajian	94	Praktis
	Pendukung Penyajian	100	Praktis
	Rata-Rata	96.6	

Berdasarkan hasil praktikalitas diketahui bahwa hasil uji kepraktisan media menunjukkan media sudah praktis. Saran dari dosen pengampu adalah konsistensi tata letak pada salah satu laman. Beberapa mahasiswa memberikan saran untuk memperbaiki struktur Bahasa karena ada kalimat yang sangat panjang, sehingga menyulitkan pemahaman materi.

### Hasil Tahap Evaluation

Pada tahap Evaluasi, diperoleh saran yang perlu untuk diperbaiki. Beberapa menyampaikan bahwa penggunaan CTAR sangat membantu peserta didik dalam belajar, namun ada beberapa yang mengalami masalah pada Gadgetnya ataupun kemampuan mereka. Hal ini juga ditemukan pada beberapa penelitian sebelumnya (Akçayır & Akçayır, 2017; Miller & Dousay, 2015). Pada produk yang dikembangkan telah dihapuskan data privasi dari rancangan awal seperti nomor telepon dan usia. Hal ini dilakukan untuk mengurangi dampak yang membuat peserta didik tidak mengisi identitas dengan baik, seperti pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Singh & Singh, 2013). Tren saat ini dengan adanya perangkat seluler di mana-mana dan memposisikan AR sebagai pendekatan yang dapat diakses untuk menciptakan pengalaman yang imersif dan kontekstual bagi peserta didik. Penyempurnaan media dan konten terus dilakukan untuk memfasilitasi proses belajar peserta didik, mulai dari perangkat lunak yang digunakan (Martin et al., 2014). Berdasarkan pada kegiatan sebelumnya, beberapa masalah dan hasil revisi disampaikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Saran dan Perbaikan terhadap Media CTAR

No	Saran	Hasil Revisi
1	Kesalahan ketik	Sudah dilaksanakan perbaikan kata yang kurang baik
2	Kontras warna font kurang baik	Menggunakan font yang kontras dengan background. Lebih memprioritaskan warna Hitam atau Putih
3	Layout belum konsisten	Melakukan cek template dan memperbaiki layout yang tidak sama
4	Terdapat <i>bug</i> pada UI yang digunakan	Perbaikan terhadap <i>bug</i> yang muncul
5	Forum diskusi kurang fleksibel	Menambah dan membuat forum yang lebih fleksibel dan mudah digunakan untuk tanya jawab, yakni adalah <i>QnA based forum</i>
6	Struktur Bahasa perlu diperbaiki	Parafrase naskah Kembali dilakukan untuk menghilangkan ambigu dan kesulitan pemahaman konsep.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Penelitian menghasilkan produk berupa media Media *Cell Thru Augmented Reality* pada matakuliah Biologi Sel yang valid dan praktis.

### Saran

Mengingat urgensi yang tinggi, dan proses pengembangan yang masih berjalan, maka uji efektifitas media perlu untuk dilakukan. Pada uji efektifitas dapat dilakukan dengan penelitian kuasi untuk membandingkan media yang dikembangkan dengan pembelajaran konvensional. Memandang bahwa pengembangan pembelajaran dengan menggunakan AR masih dalam tahap awal, terutama di Indonesia, maka perlu adanya pemerataan dan peningkatan skill dalam pemanfaatan AR.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LP3 Universitas Negeri Malang atas dana Penelitian Inovasi Pembelajaran dengan SK Nomor 4.3.13/UN32/KP/2021.

## DAFTAR RUJUKAN

- Adrianto, H. A. (2020). PEMBELAJARAN BIOLOGI SEL DENGAN PERAGA SEDERHANA. *Jurnal Pengabdian Bareleng*, 2(01). <https://doi.org/10.33884/jpb.v2i01.1619>
- Afifah, Y. N., & Asri, M. T. (2020). Profil Miskonsepsi pada Submateri Struktur dan Fungsi Sel Menggunakan Four Tier Test. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 9(3). <https://doi.org/10.26740/bioedu.v9n3.p390-396>
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Aprilinda, Y., Endra, R. Y., Afandi, F. N., Ariani, F., Cucus, A., & Lusi, D. S. (2020). Implementasi Augmented Reality untuk Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Pertama. *Explore: Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika*, 11(2). <https://doi.org/10.36448/jsit.v11i2.1591>
- Awal, R., Afidah, M., & Wahyuni, S. (2018). Analisis Miskonsepsi Biologi Sel Pada Mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi Universitas Lancang Kuning. *Lectura : Jurnal Pendidikan*, 9(1), 86–94. <https://doi.org/10.31849/lectura.v9i1.1000>
- Branch, R. M. (2009). Instructional Design: The ADDIE Approach. In *Springer*. Springer Science + Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>



- Fidan, M., & Tuncel, M. (2018). Augmented reality in education researches (2012-2017): A content analysis. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(4), 577–589.  
<https://doi.org/10.18844/cjes.v13i4.3487>
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J., & Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. In *Educational Research Review* (Vol. 31). <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>
- Hasbiyati, H. (2020). ANALISA EFEKTIFITAS PENERAPAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS SMARTPHONE PADA PENINGKATAN HASIL BELAJAR BIOLOGI. *Bio-Lectura*, 7(1).  
<https://doi.org/10.31849/bl.v7i1.4034>
- Hoog, T. G., Aufdembrink, L. M., Gaut, N. J., Sung, R. J., Adamala, K. P., & Engelhart, A. E. (2020). Rapid deployment of smartphone-based augmented reality tools for field and online education in structural biology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(5).  
<https://doi.org/10.1002/bmb.21396>
- Hsu, Y. C., Ho, H. N. J., Tsai, C. C., Hwang, G. J., Chu, H. C., Wang, C. Y., & Chen, N. S. (2012). Research trends in technology-based learning from 2000 to 2009: A content analysis of publications in selected journals. *Educational Technology and Society*, 15(2).
- Kamiana, A., Kesiman, M. W. A., & Pradnyana, G. A. (2019). PENGEMBANGAN AUGMENTED REALITY BOOK SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN VIRUS BERBASIS ANDROID. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, 8(2).  
<https://doi.org/10.23887/karmapati.v8i2.18351>
- Martin, J., Dikkers, S., Squire, K., & Gagnon, D. (2014). Participatory Scaling Through Augmented Reality Learning Through Local Games. *TechTrends*, 58(1). <https://doi.org/10.1007/s11528-013-0718-1>
- Mayilyan, H. (2019). Augmented reality in education, AR globe project assessment in actual teaching-learning environment. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(3), 1–14. <https://doi.org/10.26803/ijlter.18.3.1>
- Mayilyan, H., Poghosyan, S., Avetisyan, H., & Republic, C. (2018). Educational Augmented Reality Systems : Benefits. *4th International Conference of the Virtual and Augmented Reality in Education, VARE 2018, c*, 23–27. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85056737322&partnerID=40&md5=eec3ba1603f14b428e6f89afe36b7328>
- Miller, D. R., & Dousay, T. A. (2015). Implementing augmented reality in the classroom. *Issues and Trends in Educational Technology*, 3(2), 1–11.
- Motejlek, J., & Alpay, E. (2019). A taxonomy for virtual and augmented reality in education. *Proceedings of the 46th SEFI Annual Conference 2018: Creativity, Innovation and Entrepreneurship for Engineering Education Excellence*, 1089–1100.
- Mustaqim, I. (2017). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1). <https://doi.org/10.21831/jee.v1i1.13267>
- Rizov, T., & Rizova, E. (2015). Augmented reality as a teaching tool in higher education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 3(1), 7–16.
- Safitri, D., & Hartati, T. A. W. (2016). KELAYAKAN ASPEK MEDIA DAN BAHASA DALAM PENGEMBANGAN BUKU AJAR DAN MULTIMEDIA INTERAKTIF BIOLOGI SEL. *Florea : Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 3(2). <https://doi.org/10.25273/florea.v3i2.794>
- Sari, R. M., & Hapizah. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Program Linear Berbasis Android untuk Pembelajaran Berbasis Masalah. *Kreano*, 11(2), 161–172.  
<https://doi.org/10.15294/kreano.v11i2.25278>
- Setiawan, D., Corebima, A. D., & Sulisetijono. (2014). Instrumen Penulisan Jurnal Belajar Berbasis ICT pada Pelajaran Biologi Siswa Sekolah Menengah Atas. *Prosiding Seminar Nasional Biologi / IPA Dan Pembelajarannya*, 123–131.

- Singh, M., & Singh, M. P. (2013). Augmented reality interfaces. *IEEE Internet Computing*, 17(6). <https://doi.org/10.1109/MIC.2013.107>
- Surahman, E., & Surjono, H. D. (2017). Pengembangan adaptive mobile learning pada mata pelajaran biologi SMA sebagai upaya mendukung proses blended learning. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 4(1). <https://doi.org/10.21831/jitp.v4i1.9723>
- Sural, I. (2017). Mobile augmented reality applications in education. *Mobile Technologies and Augmented Reality in Open Education, 2009*, 200–214. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2110-5.ch010>
- Surata, I. K., Sudiana, I. M., & Sudirgayasa, I. G. (2020). Meta-Analisis Media Pembelajaran pada Pembelajaran Biologi I Ketut Surata I Made Sudiana I Gede Sudirgayasa. *Journal of Education Technology*, 4(1), 22–27.
- Tondang, Y. S., & Arwita, W. (2020). PEMANFAATAN INTERNET SEBAGAI SUMBER PEMBELAJARAN BIOLOGI. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 8(2). <https://doi.org/10.24114/jpp.v8i2.15298>